

**UNIVERSIDAD PERUANA DE LAS AMÉRICAS**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**



**ELABORACIÓN DE PULPA DE PITAHAYA FORTIFICADA CON HIERRO Y  
USOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

**INVESTIGADOR RESPONSABLE: Mg. Mirian Julia Enciso Huamán.**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Gestión de operaciones, producción industrial y de servicios (INGENIERIA INDUSTRIAL).**

**LIMA, PERÚ**

**DICIEMBRE, 2019**

# **ELABORACIÓN DE PULPA DE PITAHAYA FORTIFICADA CON HIERRO Y USOS EN LA INDUSTRIA ALIMENTARIA**

## **Resumen**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal determinar si existe diferencia en las propiedades organolépticas (olor, aroma, sabor y apariencia) entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro (a concentración de 15 mg y 20 mg). Así mismo determinar los análisis fisicoquímicos (grados brix totales, pH, densidad y acidez expresada en ácido cítrico) y análisis microbiológicos (aerobios mesofilos, coliformes, coliformes fecales, mohos y levaduras) de los tres tratamientos de la pulpa pitahaya amarilla (*Hylocereus triangularis*). Se diseñó tres tratamientos (Tratamiento 1: grupo control, tratamiento 2 y tratamiento 3, a estos dos últimos fueron fortificados con hierro. (Sulfato ferroso en polvo) con la finalidad de evaluar, comparar e identificar el mejor tratamiento en cuanto a sus propiedades organolépticas. La metodología aplicada fue experimental, dividiendo la pulpa de pitahaya en 12 kg para cada tratamiento, para lo cual se añadió 15 mg de hierro en 100 ml de pulpa de pitahaya para el tratamiento T2 y 20 mg. de hierro en 100 ml de pulpa de pitahaya para el tratamiento T3. El diseño experimental se realizó de manera transversal en una sola fecha.

De los resultados obtenidos se determinó que los análisis fisicoquímicos de la pulpa de pitahaya para los tres tratamientos (grados brix totales, pH, densidad y acidez expresada en ácido cítrico) fueron los esperados cumpliendo con los parámetros establecidos por la Norma Técnica de Ecuador. INEN 2003:2005. Con respecto a los análisis microbiológicos de los tratamientos 2 y 3 se cumplieron con los parámetros establecidos

por la Norma técnica peruana NTP 203.110. 2009. Con respecto al grupo control (T1) los aerobios mesófilos resultaron  $33 \times 10^2$  UFC/g y los mohos 50 estimado de UFC/g no cumpliendo con los parámetros de la Norma técnica peruana NTP 203.110. 2009, debido que fue un tratamiento testigo y no se le adicionó ningún aditivo como conservantes, preservantes, al igual tampoco se le adicionó el hierro para la fortificación.

El mejor resultado de análisis sensorial fue el tratamiento 2(T2) con respecto al tratamiento 3 porque con la prueba estadística de U Mann Whitney, se corrobora que existe diferencia significativa en cuanto a las propiedades organolépticas del sabor y apariencia, ya que son los 25 panelistas los que emitieron su veredicto y brindaron mayor puntaje con una escala Likert al tratamiento 2 (T2).

Palabras claves: Pitahaya, Pulpa, Fortificación, hierro, sulfato ferroso, propiedades organolépticas.

## Abstract

The main objective of this research work was to determine if there is a difference in the organoleptic properties (smell, aroma, taste and appearance) between the iron-free pitahaya pulp and iron pitahaya pulp (at a concentration of 15 mg and 20 mg) . Likewise, determine the physicochemical analyzes (total brix degrees, pH, density and acidity expressed in citric acid) and microbiological analyzes (mesophilic aerobes, coliforms, fecal coliforms, molds and yeasts) of the three treatments of the yellow pitahaya pulp (*Hylocereus triangularis*) . Three treatments were designed (Treatment 1: control group, treatment 2 and treatment 3, these last two were fortified with iron. (Ferrous sulfate powder) in order to evaluate, compare and identify the best treatment in terms of its organoleptic properties. The methodology applied was experimental, dividing pitahaya pulp into 12 kg for each treatment, for which 15 mg of iron was added in 100 ml of pitahaya pulp for treatment T2 and 20 mg. of iron in 100 ml of pitahaya pulp for the T3 treatment. The experimental design was carried out transversely on a single date.

From the results obtained, it was determined that the physicochemical analyzes of the pitahaya pulp for the three treatments (total brix degrees, pH, density and acidity expressed in citric acid) were the expected ones complying with the parameters established by the Technical Standard of Ecuador. INEN 2003: 2005. Regarding the microbiological analyzes of treatments 2 and 3, the parameters established by the Peruvian Technical Standard NTP 203.110 were met. 2009. With respect to the control group (T1), aerobic mesophiles were  $33 \times 10^2$  CFU / g and molds estimated 50 CFU / g not complying with the parameters of the Peruvian Technical Standard NTP 203.110. 2009, because it was a witness treatment and no additives were added as preservatives,

preservatives, nor was iron added for fortification.

The best result of sensory analysis was treatment 2 (T2) with respect to treatment 3 because with the statistical test of U Mann Whitney, it is corroborated that there is a difference in terms of the organoleptic properties of taste and appearance, since they are 25 panelists who issued their verdict and gave a higher score with a Likert scale to treatment 2 (T2).

Keywords: Pitahaya, Pulp, Fortification, iron, ferrous sulfate, organoleptic properties.

## Introducción

El Perú cuenta con una variedad de frutas exóticas que aportan mucho valor nutricional, siendo uno de ellos la pitahaya. Huacachi et al (2015) mencionan que el origen de esta fruta es incierto ya que varios autores mencionan los diferentes lugares en los que está distribuida, principalmente en países como México, Guatemala, Costa Rica, Ecuador y Colombia. Según el país de origen esta adopta varios nombres como: reina de noche, flor de cáliz (Fuentes, 2012), pitaya, pithalla, pitajalla, las mismas que derivan de la lengua Antillana que significa fruta “escamosa” (González, 2006).

Uno de los principales beneficios de la pitahaya es su propiedad hidratante con un aporte de 85% de contenido de agua el dulce de la fruta no es muy intenso por la cantidad de pulpa jugosa que se puede encontrar. Las semillas negras que se encuentran en la pulpa de la pitahaya aportan fibra y ácidos grasos poli-insaturados, lo que permite mejorar el tránsito intestinal y el estreñimiento crónico. Así mismo dicha fruta destaca por contener antioxidantes especialmente las betacianinas y betaxantina.

La pitahaya presenta ventajas en cuanto a sus propiedades organolépticas como el aroma, sabor, olor, su apariencia externa y exótica. Así mismo presenta desventajas como el alto contenido de semillas, el tiempo de estación de la fruta, la oferta, el precio. Por los motivos mencionados, la fruta pitahaya presenta algunas limitaciones en la comercialización e incursión en el mercado nacional, ya que falta implementar una promoción de su consumo. Por lo tanto es importante la elaboración de productos (yogurt, néctares, helados, galletas, pulpa de pitahaya congeladas y pulpas de pitahaya fortificada con nutrientes) estas alternativas de procesamiento dan origen al estudio de muchos alimentos procesados. En consecuencia el objetivo de este trabajo fue fortificar la pulpa de pitahaya con hierro (sulfato ferroso) y determinar cuál de los tratamientos fue el más

aceptado por los panelistas. El Sulfato ferroso aporta hierro de alta bio-disponibilidad. La fortificación de alimentos se refiere a la adición de micronutrientes a los alimentos procesados y a una estrategia nutricional que tiene el fin de mejorar con el problema de deficiencia de nutrientes en las personas, por lo tanto existe muchos trabajos de investigación de fortificación de alimentos con hierro, como es el caso de un estudio realizado en Pontal-Brasil, en el cual se creó un jugo de naranja fortificado con 20 mg de sulfato ferroso, los resultados de este jugo mostraron el incremento de hemoglobina .de 10,45 a 11,60 en niños de edad de 12 a 72 meses, citado por Serpa et al(2016).

## Capítulo I: Problema de la investigación

### 1.1 Descripción de la realidad problemática

En la actualidad cada vez es mayor el interés de la población mundial en consumir alimentos con aportes nutricionales como el el camu camu, la pitahaya y el açái. Por ejemplo, el principal comprador de frutas exóticas peruanas es el mercado de China durante el periodo 2015 – 2017; seguido de Tailandia, Malasia, Europa y Estados Unidos. Las principales regiones productoras de la selva peruana son: Amazonas, Loreto, Ucayali, Madre de Dios y San Martín.

Es por ello que en el Perú también ha crecido el consumo de productos naturales, en los dos últimos años 2017- 2018. Los consumos de productos nutricionales crecieron en Perú alrededor de 300%, cuadruplicando así el consumo, iniciando una era de transformación social a favor de mejorar el estilo de vida y tener vida saludable. Es la tendencia del peruano del sector A, B Y C que tiene mayor cuidado en su salud y apariencia personal.

Según Datum- Villanueva e Ysla. (2018). Presentaron un estudio sobre “vida saludable”. En dicho estudio se presentó: que para la gran mayoría de peruanos el concepto de Vida saludable está asociado con “comer sano” (68%). Los limeños y ciudadanos lo asocian también con “hacer deporte” (58%) lo cual estaría relacionado con salud física y “pasar tiempo con la familia” (56%) que podría estar relacionado con la salud afectiva-emocional.

El presente proyecto de investigación propone la producción de pulpa de fruta pitahaya (*Hylocereus spp.*), con la conservación de todas sus propiedades nutricionales: como los antioxidante betalaínas potente enzima de detoxificación en

las quimioterapias de los pacientes con cáncer y para la prevención del cáncer.

En todas las pitahayas se puede procesar la pulpa (desarrollando el congelamiento, concentración, deshidratación, fermentación, procesamiento térmico y preservación química) donde no contenga ninguna clase de químicos en su elaboración, permitiendo así su aplicación para la elaboración de distintos productos alimenticios. Como jugos, helados, néctares, yogur, mermeladas, dulces, pasteles, etc.

Según Ricalde y Andrade (2009). Indican que las pitahayas son oriundas de México, el Caribe, América Central y el norte de Sudamérica, y son consideradas especies con alto valor comercial en varios países del mundo, algunos tan disímiles como Israel y Vietnam. La pitahaya pertenece a la familia de las cactáceas, plantas características del desierto, que poseen ciertas cualidades que las diferencian del resto de las plantas y les permiten sobrevivir en las condiciones de sequía en donde crecen.

Es una planta cactácea, muy resistente a las sequías, los periodos de estacionalidad en el Perú son los meses de abril y setiembre en la Amazonía, presenta un alto contenido de vitamina C. Existen dos colores de la fruta pitahaya, La roja crece en México, Nicaragua y Vietnam, la amarilla crece en mayor cantidad en Perú, Colombia, Venezuela y Ecuador.

## **1.2 Planteamiento del problema**

### **1.2.1 Problema general.**

¿Existirá diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro?

### **1.2.2 Problemas específicos.**

¿Existirá diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg?

¿Existirá diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

Determinar si existe diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro

### **1.3.1 Objetivo general.**

Determinar si existe diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro

### **1.3.2 Objetivos específicos.**

Determinar si existe diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.

Determinar si existe diferencia en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

Determinar si existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

### **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

La Pitahaya (*Selenicereus* spp), es un fruto nativo de México y América Central, perteneciente a la familia de las cactáceas o suculentas. Posee una cáscara de color rojo intenso o amarillo, su pulpa contiene pequeñas semillas negras, y se puede consumir como fruta fresca, así como en refrescos y cócteles. Los inicios de producción fueron en las regiones de Amazonas y San Martín. A partir del 2017 se da inicio de sembríos en la región de Junín y en el norte del Perú La Libertad. La producción de la pulpa de la Pitahaya, brindará facilidades culinarias, y la aplicación de diversos usos en la industria alimentaria.

Esta fruta es rica en fibra, calcio, fósforo y vitamina C. Se trata de una fruta muy especial en cuanto a cualidades medicinales con un amplio espectro de aplicaciones, desde el alivio de problemas estomacales comunes hasta ser una fruta recomendada para personas con diabetes y problemas endocrinos. La pitahaya contiene captina, un tónico para el corazón. El beneficio más conocido de esta fruta es su contenido de aceites naturales,

en la pulpa y semillas, que mejora el funcionamiento del tracto digestivo (tiene un efecto laxativo).

### **1.5. Limitaciones**

- La elaboración de pulpa de pitahaya es un producto nuevo es desconocido en el mercado y puede crear cierta duda por parte de los consumidores al consumirlo.
- Falta de información ya que la fruta pitahaya no es conocida por una gran parte del Perú y de Lima Metropolitana.

## Capítulo II: Marco Teórico

### 2.1 Antecedentes

#### 2.1.1 Internacionales

**Álvarez L. y Báez A. (2012).** Realizaron una tesis de pre grado titulado: Determinación del tiempo de conservación de la Pulpa de Pitahaya oriental (*Hylocereus undatus*) utilizando tres temperaturas, tres empaques y tres tipos de conservantes para la Universidad técnica de Cotopaxi- Ecuador. El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar el tiempo de conservación de las pulpas de pitahaya elaboradas artesanalmente, envasadas en fundas de polietileno, polipropileno y para presentaciones al vacío añadiendo conservantes permitidos como benzoato de sodio, sorbato de potasio y combinación almacenadas en congeladores a temperaturas  $(2, -3, -7) \pm 1$  °C con un diseño experimental de 27 tratamientos en estudio y tres réplicas de cada uno, obteniendo el mejor tratamiento a través de un panel de treinta catadores.

El tesista concluyó que el mejor tratamiento fue la adición de sorbato de potasio y benzoato de sodio, envasadas en fundas para vacío, conservadas a temperaturas de congelación de  $(-7) \pm 1$  °C sin influir en su tiempo de vida útil, con un control y manipulación adecuada en la elaboración. Se obtuvo un período de preservación de 4 a 6 meses sin problemas microbiológicos ni organolépticos de acuerdo a los análisis y cataciones efectuadas respectivamente, teniendo un costo bajo establecido por el análisis económico del mismo.

**Andrade, M. (2015).** Desarrolló una tesis de pregrado Titulado: La obtención de láminas deshidratadas a partir de pulpa de pitahaya *Hylocereus undatus*. Para la Universidad Técnica del Norte de Ibarra-Ecuador. El objetivo del trabajo de investigación fue elaborar

láminas deshidratadas a partir de pulpa de pitahaya “*Hylocereus undatum*” usando como factores el grado de madurez de la fruta, temperatura de secado y velocidad de aire en el secador.

El trabajo fue experimental con un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C. Las variables evaluadas fueron humedad, peso, sólidos solubles, pH, y tiempo de secado para todos los tratamientos de los cuales se escogió los mejores 4 tratamientos para realizar las pruebas organolépticas (color, olor, sabor y textura). Los análisis de laboratorio se realizaron a los tres mejores tratamientos con la finalidad de precautelar la seguridad en el consumo del producto.

El tesista concluyó que los parámetros óptimos para obtener láminas deshidratadas de pulpa de Pitahaya son los siguientes: T8 (fruta madura, temperatura de secado 60° C y velocidad de secado de 4 m/s) obteniendo un producto final con un buen rendimiento en peso, humedad final baja y en un tiempo de secado más corto, siendo de gran aceptación organoléptica.

**Jimenez, L.; Gonzales, M.; Yanes, A.; Cruz, S. y Villacis, L.( 2017).** Realizaron un trabajo de investigación científico titulado: Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.) bajo dos condiciones de almacenamiento. Presentaron estudios sobre el comportamiento de la pitahaya amarilla durante la poscosecha son escasos en el Ecuador. Por ello se realizó un estudio organoléptico en frutas sometidas a dos condiciones de almacenamiento con el objeto de evaluar el color, firmeza y apariencia de la fruta usando un panel de 10 catadores. Las frutas de tres estados fisiológicos de madurez (fruto tierno con 15-25 % madurez (B1), fruto pintón con 50 % madurez (B2) y fruto maduro con 75-90% de madurez (B3) fueron sometidas durante 22

días a almacenamiento bajo dos condiciones de temperatura: temperatura ambiente a  $16\pm 4$  °C (A1) y en frío con  $6\pm 2$  °C (A2). Se determinó el color, sabor, aroma, textura y aceptabilidad de la parte comestible (pulpa) usando una escala hedónica del uno al cinco, para la apreciación mínima y máxima, respectivamente. Las variables fueron comparadas mediante una prueba de media según Tukey ( $p < 0.05$ ). En el análisis sensorial se determinó que el testigo es el más aceptado con promedio de los atributos estudiados de 4.7 en la escala hedónica, seguido por el tratamiento A2B3 (almacenamiento al frío con madures del 75-90%), cuyo valor promedio es de 4.3.

**Santacruz, C., Santacruz, V. y Huerta, V. (2009).** Realizaron un artículo científico titulado: Agroindustrialización de Pitaya. Para la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla- México. El objetivo de este trabajo fue efectuar una formulación óptima para la elaboración de productos mínimamente procesados a partir de la pitaya, y desarrollar el anteproyecto para la creación de una planta procesadora de productos a partir de pitaya. Siendo las tareas realizadas la caracterización de la materia prima, el diseño de un sistema de almacenamiento y empaque del fruto en fresco para aumentar su vida de anaquel, el desarrollo de nuevos productos procesados derivados de la pitaya, se realizaron pruebas fisicoquímicas de la calidad de los productos formulados, se realizaron las pruebas sensoriales para cada producto obtenido se desarrolló el dimensionamiento de los equipos para la planta procesadora de pitaya, se efectuaron los planos distribución de los sistemas y áreas de producción.

Los investigadores concluyeron que no existe actualmente un mercado internacional para la pitahaya ya que no es admitida por restricciones de carácter fitosanitario, sin embargo, teniendo en cuenta el auge de las frutas tropicales y exóticas en los últimos años, es de esperarse que una vez superadas las limitaciones, estos frutos podría tener un mercado, más aun si se tiene productos mínimamente procesados, y si se realizan, además,

campañas de promoción, estrategias de comercialización como se ha realizado con otros mercados y productos, esto puede representar una opción de capitalización del campo poblano.

**Serpa A.; Vélez L.; Barajas, J.; Castro C. y Gallego R. (2016).** Realizaron un artículo científico titulado: Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en vía de desarrollo.-Una revisión. En este trabajo de investigación se presentan los principales conceptos sobre la fortificación de alimentos con hierro, incluyendo factores que influyen en su aprovechamiento a nivel fisiológico, su importancia desde el punto de vista nutricional, las tecnologías aplicadas durante la fortificación de alimentos y las últimas tendencias de este tipo de productos, como la biofortificación y la nano-tecnología. Este estudio resalta la importancia de los procesos tecnológicos y a la vez que surgen técnicas de manipulación genética o que involucran la nanotecnología. Por lo tanto la fortificación de alimentos tiene el eje central en prevenir y controlar la deficiencia de hierro.

**Yacelga K. (2017).** Realizó una tesis de pregrado titulado: Elaboración de una bebida energizante a partir de guayusa, pitahaya, frambuesa, jackfruit, mora y uva verde edulcorada con estevia. Para la Universidad Central de Ecuador. El objetivo del trabajo de investigación experimental fue realizar cuatro etapas: 1) Se prepararon 13 mezclas de frutas en jugo y polvo para tener una concentración de azúcar de 0.0625 g/mL y se seleccionaron tres mezclas con las mejores características organolépticas. 2) Se prepararon infusiones de guayusa a diferentes concentraciones: 0,005; 0,0075 y 0,01 g/mL y tiempos de infusión: 10, 15 y 20 min; seleccionando la bebida de mayor concentración de cafeína que correspondió a 0,01 g/ml y 20 min. 3) Se prepararon bebidas con estevia, las mejores mezclas de la etapa 1 y la mejor infusión de la etapa 2,

seleccionando la que tiene mejores propiedades organolépticas. 4) Se realizó la carbonatación de la mejor bebida usando diferentes pesos de hielo seco: 3, 5 y 8 g.

Los resultados fueron que el análisis organoléptico determinó que la formulación de la bebida con mayor aceptación corresponde a: 20% Jack Fruit, 20% Mora, 40% Uva Verde, 10% Pitahaya, 10% Frambuesa, 0,01 g/ml de guayusa y 8 g de hielo seco y la misma es apta para el consumo humano por cuanto los análisis fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran dentro de las especificaciones técnicas de la norma NTE INEN 2411:2008.

### **2.1.2 Nacionales**

**Andia, S. (2017).** Desarrolló una tesis de pregrado titulado: Elaboración y control de calidad de un yogurt con propiedades antioxidantes a base de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). El objetivo de esta investigación fue la elaboración de un yogurt con propiedades antioxidantes a base de pitahaya, para lo cual se realizó el control de calidad del yogurt elaborado y mezclado con la pulpa de pitahaya, seguidamente se procedió a determinar las características fisicoquímicas, organolépticas y microbiológicas con la presencia de *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, Coliformes totales y *Salmonella sp* estas últimas teniendo en cuenta las normas establecidas por DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental).

En esta tesis se llegó a la conclusión que el yogurt elaborado y mezclado con la pulpa del fruto de la pitahaya, conserva la presencia de flavonoides en estado igual al que posee el fruto de la pitahaya en su composición y responde positivamente al control de calidad ya que no presenta agentes microbianos patógenos cumpliendo así, con las normas establecidas por DIGESA.

**Hidalgo, CH. (2017).** Realizó una tesis de pre grado titulado: Elaboración de un producto nutritivo a base de yogurt afrutado con Psidium guajava(Guayaba) enriquecidos con hierro y vitamina c. Para la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. El objetivo del presente trabajo fue la obtención de un producto nutritivo a base de yogurt afrutado, enriquecidos con hierro y vitamina C, orientada para un segmento de consumidores con patología de anemia. Donde se trabajó con leche UHT, leche en polvo comercial procedente del supermercado de la ciudad de Iquitos y el Psidium guajava procedente de la cuenca del Rio Amazonas (Itaya y Santa María de Nanay).

Se aplicó un diseño experimental factorial completamente aleatorizado con 2 factores de estudios y con tres niveles uno FA= Concentración de hierro 7, 10 y 14 mg de Fe por cada 100 gr de yogurt y con dos niveles el FB=Contenido de fruta en el yogurt (3% y 5% ) y manteniéndose constante la concentración de azúcar en la Solución osmótica (65%), la concentración de vitamina C en la solución osmótica (10,000 ppm), concentración de sorbato de potasio (1500 ppm) y ácido cítrico (0.1%) en la solución osmótica en la cual se prepara los trocitos de guayaba en un equipo deshidratador osmótico de 18 lt de capacidad con una velocidad de flujo de 1.2 m<sup>3</sup>/h.

Los resultados del presente trabajo de investigación fue de los 6 tratamientos experimentados el tratamiento T1 el mejor tratamiento resultado de la evaluación sensorial (procesado con 3% de fruta impregnada con Vitamina C, sacarosa, ácido cítrico, sorbato de potasio y con 7 mg de hierro). El análisis proximal de yogurt afrutado, enriquecido con hierro y vitamina C es: grasa (3.01 %), carbohidratos (19.08%), proteína (10.77%), Cenizas (0.92%), concentración de calcio de (85.00 mg) y (66.29 %) de agua. Contenido de hierro de 6.1 mg y contenido de vitamina C (33.48 mg). El resultado de análisis microbiológico reporta valor por debajo de las Normas correspondiente.

**Ushiñahua, N. (2015).** Realizó una tesis de pregrado titulado: Elaboración de mermelada de “psidium guajaval” (Guayaba) fortificada con hierro. Para la Universidad Nacional de Amazonía Peruana. Iquitos- Perú. El objetivo de este trabajo fue la preparación de mermelada de guayaba fortificado con hierro en forma de sulfato ferroso, para dar un valor agregado a los productos elaborados con materias primas amazónicas. Se elaboró tres formulaciones. la Formula N°03 (pulpa de guayaba 50.00%, pectina 0.8%, sorbato de potasio 0.10%, azúcar rubia 48.95%, hierro (como sulfato ferroso): 0.15% esta formulación fue la que mejor característica sensorial presentó, utilizando 25 panelistas no entrenados, se usó escala hedónica del 1 al 5. Estas características evaluadas fueron color, olor, sabor y apariencia general.

Una vez obtenido el producto final (mermelada de guayaba fortificada), se realizó los análisis físicos químicos en 100 gramos, análisis microbiológicos. Respecto a los resultados organolépticos de la Formula N°1, N°2 y N °3 en cuanto al color, olor, sabor y apariencia general, en las pruebas estadísticas se concluye que no hay una diferencia significativa.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1 Generalidades de la pitahaya**

Distintas investigaciones mencionan que las variedades de pitahayas son oriundas de México, el Caribe, América Central y el norte de Sudamérica, y presentan un alto valor comercial en varios países del mundo. La pitahaya pertenece a la familia de las cactáceas, plantas características del desierto, que presentan cualidades importantes como sobrevivir en condiciones de sequía en donde crecen y se desarrollan.

Según Ricalde y Andrade (2009) afirman:

Que La palabra pitahaya proviene de las Antillas Mayores, del idioma taíno, y significa “fruta escamosa”. Sin embargo, existen variantes fonéticas. Al fruto se le conoce como pitaya, pitaaya o pitahaya. Pero la pronunciación correcta es “pitajaya”, ya que, tanto en el idioma taíno como en el maya de Yucatán, la h no es muda, sino que tienen una dicción similar a la j. Además, la pitahaya tiene muchas denominaciones en los varios sitios donde se consume. Por ejemplo, en Jalisco se le conoce como “junco tapatío” y en Yucatán los indios mayas la llaman wob, sac wob y chac wob. Asimismo, en Japón se le conoce como “fruta dragón” y en Israel como “fruta roja del Edén”. (p.36).

Meráz et al. (Como se citó en Orrico, 2013). Menciona que la pitahaya pertenece a la familia de las cactáceas y crece en las zonas tropicales. Su fruta tiene una corteza suave de intenso color amarillo, cubriendo una carne jugosa de color claro con un sin número de semillas negras pequeñas.

Según Santacruz, Santacruz y Huerta (2009). Menciona que:

La pitahaya es un fruto de baya globosa o subglobosa, mide de 8 a 15 cm de largo y de 6 a 10 cm de diámetro, su cáscara es de color rojo o amarillo, en variados matices, cubierta con escamas foliáceas o brácteas distribuidas helicoidalmente es de pulpa dulce y abundante, de color blanco, amarillo o de varias tonalidades de rojo. Las semillas son numerosas, pequeñas, de color café oscuro o negro, se encuentran distribuidas en toda la pulpa y contienen aceite.

Las plantas comienzan a producir sus primeros frutos al año o a los dos años del trasplante dependiendo de si se utilizan plantas producidas en vivero o tallos, así como del sistema de cultivo y de la temporada en que se establezcan. Su vida productiva es muy prolongada, mayor a los 10 años, pues muchos de sus tallos producen raíces adventicias que llegan al suelo, con las que se renuevan o se

convierten en nuevas plantas; sin embargo, cuando crecen sobre tutores su vida útil termina con la muerte o caída de éstos, a menos que oportunamente se reemplacen. p (5).

### **2.2.2 Características de la pitahaya**

López y Guido (Como se citó en Orrico, 2013) menciona que este fruto posee gran cantidad de pequeñas semillas de origen sexual y color negro con alto poder germinativo, cuando existe las condiciones óptimas de humedad y temperatura. La multiplicación de pitahaya por medio de semilla es posible, pero el crecimiento y desarrollo de la vaina primaria de estas plantas es demasiado lento, alcanzando apenas 30 cm de longitud a los ocho meses de sembrada la semilla. La producción se inicia hasta los seis o siete años.

Según Orrico (2013)

-La Raíz: La pitahaya presenta dos tipos de raíz, las primarias que se incrustan en el suelo y crecen siguiendo el nivel del suelo a una profundidad de 5 a 25 cm, con expansión de 30 cm de diámetro y las secundarias que se exhiben fuera del suelo.

-Tallo

Los tallos contienen agua en regular cantidad y tienen la capacidad de sobrevivir en clima cálidos. La capa exterior (epidermis) es muy voluminosa y contiene estomas con pequeños agujeros hundidos.

Los tallos presentan aristas (llamados costillas) tienen la característica de ser trepadores, se ramifican y pueden llegar a crecer hasta dos metros de largo.

- Flores

La flor de la pitahaya es tubular, blanca, amarilla o rosáceo, mide unos 20 cm de largo, abre una sola vez en las horas de la noche y su aroma atrae muchos insectos. Crecen pegadas a la epidermis entre espinas. Son consideradas hermafroditas

- Fruto

La pitahaya es una baya de forma ovoide, redondeada o alargada, de 10-12 cm de diámetro; la corteza tiene brácteas escamosas de consistencia carnosa y cerosa; este fruto presenta abundantes semillas pequeñas distribuidas en toda la pulpa. Su tiempo de crecimiento es entre cuatro y ocho meses dependiendo de la temperatura.

-Semilla

Se localizan en la pulpa del fruto. Son abundantes semillas pequeñas de color negro brillante.

### **2.2.3 Variedades de la Pitahaya**

#### **Pitahaya amarilla**

Becerra (como se citó en Orrico, 2013) explica que la Pitahaya amarilla (*C. triangularis*), es una especie que produce deliciosos frutos hasta de 12 cm de longitud, amarillos, pueden llegar a pesar hasta 250 gramos, se desprenden con facilidad cuando está maduro. y trepa en los árboles y rocas. Las flores son blancas. El ángulo entre yemas de los cactus es cóncavo, esta característica permite diferenciarla de la pitahaya roja en la cual el ángulo entre las yemas es convexo.

Santacruz, Santacruz y Huerta (2009). Menciona que este fruto tiene una cáscara de color amarilla y pulpa blanca de consistencia blanca y ligeramente fibrosa, son dulces con contenido de sólidos solubles de 19 °Bx y presentan una resistencia al almacenamiento y al transporte. Pertenece al género *Selenicereus megalanthus*. Tiene dos periodos de

fructificación cuya ocurrencia muestra variación en las distintas zonas productoras, dependiendo de las condiciones climáticas. p (6).

### **Pitahaya Roja**

Ricalde y Andrade (2009). Los frutos de *H. undatus* son grandes (pueden llegar hasta 15 centímetros de largo, 10 de diámetro y un peso de 700 gramos), con cáscara roja-rosácea, sin espinas, pero con escamas a manera de alas que contribuyen a la atractiva apariencia del fruto. Así mismo la pitahaya roja es una planta trepadora, que presenta tallos triangulares y produce frutos dulces, cubiertos de amplias escamas imbricadas, rojas y la pulpa roja vinosa. Las flores son rosadas. El ángulo entre las yemas del cactus (tallo) es convexo.

Montesinos et al. (2015) Existe diversas especies de pitahayas como las especies *H. undatus*, *H. polyrhizus*, *H. costaricensis*, *H. triangularis* y *H. purpusii*, tradicionalmente conocidas como pitahaya roja, se cultivan por lo general en Centro América e Israel, así mismo la pitahaya amarilla *Selenicereus* spp., presenta 20 especies y se encuentra distribuida en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela. El uso principal de este fruto es alimenticio, sus flores se consumen como legumbre, sus brotes tiernos como hortaliza fresca y las semillas son empleadas como probióticos, por su contenido de oligosacáridos, las cuales pueden constituir un ingrediente importante en alimentos funcionales y productos nutracéuticos.

Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla. (*Selenicereus megalanthus*) y pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

Tabla N°1. Clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla. (*Selenicereus megalanthus*)

<b>Pitahaya amarilla</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophita
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllale
Familia:	Cactacea-cactácea
Género:	<i>Selenicereus</i>
Especie:	<i>Megalanthus</i>
Tribu:	Hylocereeae
Categoría:	Fruta
Nombre científico:	<i>Selenicereus megalanthus</i>

Fuente: Esquivel y Araya (2012)

Tabla N° 2. Clasificación taxonómica de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

<b>Pitahaya roja</b>	
Reino:	Plantae
División:	Magnoliophita
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllale
Familia:	Cactacea-cactácea
Género:	<i>Hylocreeae</i>
Especie:	Undatus
Tribu:	Hylocereeae
Categoría:	Fruta
Nombre científico:	<i>Hylocereus undatus</i>

Fuente: Esquivel y Araya (2012)

## 2.2.4 Composición Nutricional

Según Alvarado (2014). “La composición química del fruto de pitahaya amarilla y pitahaya roja se diferencia tanto en el color de sus frutos como cualquier fruta tropical; tiene altas cantidades de líquido en su interior (casi el 90% es agua con un sabor dulce), por cada 100 gr de fruta, 55 g es de parte comestible” p.17.

Tabla N° 3. Composición nutricional de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

<b>Pitahaya amarilla</b>	
Composición nutricional	Contenido
Ácido ascórbico	4.0 mg
Agua	85.4 g
Calcio	10.0 mg
Calorías	50.0
Carbohidratos	13.2 g
Cenizas	0.4 g
Fibra	0.5g
Fósforo	16.0 mg
Grasa	0.1 g
Hierro	0.3 g
Niacina	0.2 mg
Proteínas	0.4 g
Vitamina A	-U.I.

Fuente: Alvarado (2014)

Tabla N° 4. Composición nutricional de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*)

<b>Pitahaya roja</b>	
Composición nutricional	Contenido
Ácido ascórbico	25.0 mg
Agua	85.4 g
Calcio	6.0 mg
Calorías	36.0
Carbohidratos	13.2 g
Cenizas	0.4 g
Fibra	0.5g
Fósforo	16.0 mg
Grasa	0.1 g
Hierro	0.1 g
Niacina	0.2 mg
Proteínas	0.5 g
Vitamina A	-U.I.

Fuente: Alvarado (2014).

Tabla N°5. Análisis fisicoquímicos de la pitahaya

<b>Análisis fisicoquímico ( Jugo/Pulpa de la pitahaya)</b>	<b>Color de la fruta pitahaya</b>		
	<b>verde</b>	<b>Pintón</b>	<b>Maduro</b>

Contenido de sólidos solubles totales	Jugo (°Bx)	16-18	19-21	>21
	Pulpa (°Bx)	16-18	19-21	>21
pH	Jugo	4,10-4,25	4,26-4,40	>4,40
	Pulpa	4,10-4,25	4,26-4,40	>4,40
Acidez titulable expresada en ácido cítrico (g/L)	Jugo	>6	6-5	<5
	Pulpa	>6	6-5	<5
Densidad(Kg/m <sup>3</sup> )	Jugo	<1080	1080-1050	<1050
	Pulpa	<1080	1080-1050	<1050

Fuente: INEN 2003:2005.

## Potencial industrial

### Según Montesinos et al. (2015)

A diversas investigaciones este fruto presenta gran potencial industrial tanto para la industria alimentaria como la industria cosmética. La pitahaya posee un alto contenido de betalaínas, pigmentos que poseen propiedades antioxidantes y se utiliza como colorantes artificiales en los alimentos. La pitahaya roja es la de mayor producción de betalaínas. Así mismo este pigmento también es reconocido por las actividades biológicas, tales como la inducción de la quinona reductasa, potente enzima de detoxificación en la quimio prevención del cáncer y su actividad antiproliferativa de células del melanoma maligno.

La pitahaya contiene elevados sólidos solubles entre 18°-19°Brix, el cual es un excelente potencial comercial y agroindustrial. En todas las variedades de pitahaya se puede procesar la pulpa mediante un congelamiento, concentración, deshidratación, fermentación, procesamiento térmico y preservación química, así como extraer los

colorantes y pectinas contenidos en la cáscara o en la pulpa, para lo cual se puede desarrollar una producción casera, artesanal o industrial. En la industria alimentaria se elabora jugos, néctar, gelatinas, helados, yogurt, mermelada, almíbar, dulces, galletas, pasteles.

## **Hierro**

**Norma Técnica- Manejo terapéutico y preventivo de la anemia en niños, adolescentes, mujeres gestantes y puérperas (2017).** Esta norma menciona que el hierro es un mineral que se encuentra almacenado en el cuerpo humano y se utiliza para producir las proteínas hemoglobina y mioglobina que transportan el oxígeno. La hemoglobina se encuentra en los glóbulos rojos y la mioglobina en los músculos. El hierro se encuentra también en enzimas y en neurotransmisores, de allí que su deficiencia tenga consecuencias negativas en el desarrollo conductual, mental y motor, velocidad de conducción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual, y reducción del tono vagal.

Existen dos tipos de hierro:

- **Hierro Hemínico (hierro hem):** Es el hierro que participa en la estructura del grupo hem o hierro unido a porfirina. Forma parte de la hemoglobina, mioglobina y diversas enzimas, como citocromos, entre otras. Se encuentra únicamente en alimentos de origen animal, como hígado, sangrecita, bazo, bofe, riñón, carne de cuy, carne de res etc. Tiene una absorción de 10 – 30%.
- **Hierro no Hemínico (hierro no hem):** Es el que se encuentra en los alimentos de origen vegetal y tiene una absorción de hasta 10%, tales como habas, lentejas, arvejas, con mayor nivel de absorción, y las espinacas, acelgas y hojas de color verde oscuro, con menor nivel de absorción.

Tabla N°6. Requerimientos diarios de hierro por día.

Grupo	Edad	Requerimiento diario (mg/d)
Lactantes	0- 6 meses	0,27
	7-12 meses	11
Niños	1-3 años	7
	4-8 años	10
Hombres	9-13 años	8
	14-18 años	11
	19-30 años	8
	31-50 años	8
	51-70 años	8
	>70 años	8
Mujeres	9-13 años	8
	14-18 años	15
	19-30 años	18
	31-50 años	18
	51-70 años	8
	>70 años	8
Embarazo	≤ 18 años	27
	19-30 años	27
	31-50 años	27
Lactancia	≤ 18 años	10
	19-30 años	9
	31-50 años	9

Fuente: Necesidades nutricionales. Módulo 2.FAO (2000).

## **La Anemia**

La OMS (2001) define la anemia como el descenso del nivel de hemoglobina dos desviaciones estándar por debajo de lo normal para la edad y el sexo.

Guzmán, Guzmán y Llanos (2017) La anemia presenta una elevada prevalencia en las consultas de atención primaria, pediatría y en el control de la gestación. No es lo mismo la deficiencia de hierro (DH) que la anemia por deficiencia de hierro (ADH). La ADH es la causa más frecuente de anemia en todo el mundo y representa un importante problema de salud principalmente en los países subdesarrollados. La ADH es muy prevalente de forma que hasta un 5% de niños y adolescentes, un 10% de las mujeres pre menopáusicas y un 1% de los hombres tienen anemia por deficiencia de hierro; y puede llegar hasta un 40% de los ancianos que se cuidan en sus domicilios. (p.408).

## **Fortificación en los alimentos**

El documento del Codex Principios Generales para la Adición de Nutrientes Esenciales a los Alimentos (61) define la fortificación o enriquecimiento como la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, tanto si está contenido normalmente en el alimento o no, con el fin de prevenir o corregir una carencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos de la población.

**FAO. Capítulo 32(2000).** La fortificación se ha definido como la adición de uno o más nutrientes a un alimento a fin de mejorar su calidad para las personas que lo consumen, en general con el objeto de reducir o controlar una carencia de nutrientes. Esta estrategia se puede aplicar en naciones o comunidades donde hay un problema o riesgos de carencia de nutrientes.

La finalidad de la fortificación es aplicar un procedimiento fácil, económico y útil para reducir un problema de deficiencia de nutrientes. En la actualidad muchos países utilizan la fortificación de alimentos para una intervención de salud pública a un público objetivo.

La técnica de la fortificación de alimentos con hierro, son considerado un programa nutricional para mejorar la calidad de nutrientes en los alimentos, sobretodo en la carencia de este mineral. La insuficiencia de hierro es la principal deficiencia de micronutrientes en el mundo. Actualmente afecta a millones de personas en distintas etapas de su vida, especialmente a los niños lactantes, niños pequeños y las mujeres embarazadas y adultos mayores.

Tabla N°7. Tipos de fortificación en alimentos

<b>Fortificación</b>	<b>Características</b>
Obligatoria	Cuando se tratan alimentos ampliamente consumidos por la población.
Focalizada	Cuando se tratan alimentos diseñados para subgrupos con características específicas, como los alimentos complementarios para niños.
Voluntaria	Cuando la fortificación de los alimentos es realizada de manera intencional por parte de los productores.

Fuente: (WHO, 2006).

Tabla N° 8. Algunos alimentos utilizados como vehículos en programas de fortificación

Nutriente	Tipo de alimentos
Ácido ascórbico	Frutas y bebidas enlatadas, congeladas y secas, productos lácteos enlatados y secos, productos de cereales secos
Tiamina, riboflavina y niacina	Cereales secos, harina, pan, pasta, productos lácteos
Vitamina A o beta caroteno	Productos de cereales secos, harina, pan, pasta, productos lácteos, margarinas, aceites vegetales, azúcar, té, chocolate, glutamato monosódico.
Vitamina D	Productos lácteos, margarina, productos de cereales secos, aceites vegetales, bebidas de fruta
Calcio	Productos de cereales, pan
Hierro	Productos de cereales, pan, leche en polvo enlatada
Yodo	Sal
Proteína	Productos de cereales, pan, y harina de yuca
Aminoácidos	Cereales, pan y sustitutos de la carne

Fuente: FAO. Capítulo 32 (2000).

Tabla N° 9. Compuesto de Hierro más utilizados en la fortificación de alimentos.

Micronutrientes agregados y países que los utilizan	Compuesto de hierro	Nivel de fortificación
<b>HARINA DE TRIGO:</b> Vitaminas B1 y B2, niacina, ácido fólico, hierro  Estados Unidos, Canadá, Belice, Bolivia, Colombia, República Dominicana, Ecuador, Panamá	Hierro reducido	44-65 mg/kg
Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua	Fumarato ferroso	45 mg/kg
Paraguay	Sulfato ferroso	45 mg/kg
Chile, Cuba	Sulfato ferroso	30 mg/kg
<b>HARINA DE TRIGO:</b> Vitaminas B1 y B2, niacina, hierro  Venezuela	Fumarato ferroso	20 mg/kg
<b>HARINA DE TRIGO:</b> Hierro  Brasil (fortificación voluntaria)  Perú	Hierro reducido	30 mg/kg
<b>HARINA DE MAÍZ:</b> Vitaminas A, B1 y B2, niacina, hierro  Venezuela	Fumarato ferroso y hierro reducido	30 mg/kg 20 mg/kg
<b>HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADA:</b> Vitaminas B1 y B2, niacina, hierro  El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua  México	Fumarato ferroso (a)  Hierro reducid	25 mg/kg  30 mg/kg

<b>HARINA DE MAÍZ NIXTAMALIZADA: Vitaminas B1 y B2, niacina, ácido fólico, hierro</b>		
<b>Costa Rica</b>	Bisglicinato ferroso	22 mg/kg

Fuente: Organización Panamericana de la Salud. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: guías para América Latina y el Caribe, 2002.

Tabla N° 10. Contenido aproximado de hierro elemental de diversas sales ferrosas.

Fumarato ferroso 200 mg es equivalente a 65 mg de hierro elemental
Gluconato ferroso 300 mg es equivalente a 35 mg de hierro elemental
Succinato ferroso 100 mg es equivalente a 35 mg de hierro elemental
Sulfato ferroso 300 mg es equivalente a 60 mg de hierro elemental
Sulfato ferrosos desecado 200 mg es equivalente a 65 mg de hierro elemental

Fuente: Formulario modelo de la OMS (2004).

### **El Sulfato ferroso**

Según (Organización Panamericana de la Salud. Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: guías para América Latina y el Caribe, 2002.)

#### **Ventajas:**

-Los compuestos de hierro como el sulfato ferroso son solubles en el agua, su solubilidad es instantánea en el estómago. La absorción puede variar de aproximadamente un 1% a 50% según el estado nutricional de hierro del individuo, la presencia de promotores e inhibidores de absorción del hierro en la comida y el contenido de hierro de la comida

- El costo de este compuesto de hierro es relativamente bajo, tomando en cuenta su biodisponibilidad.

Desventajas:

Este compuesto reacciona fácilmente con otras sustancias que existen naturalmente en la matriz alimentaria. Esto puede causar cambios sensoriales (sabor, color y olor) debido a la oxidación de grasas (rancidez). El sulfato ferroso también puede modificar las propiedades físicas del producto final hecho con los alimentos fortificados y precipitarse como complejos de hierro insolubles cuando se usa en preparaciones líquidas. El sulfato ferroso se usa principalmente en la harina de pan que se almacena por menos de dos a tres meses.

Según (OMS. eLENA, 2019) El equivalente de 60 mg de hierro elemental es 300 mg de sulfato ferroso heptahidratado, 180 mg de fumarato ferroso o 500 mg de gluconato ferroso.

## **Capítulo III: Metodología de la Investigación**

### **3.1 Enfoque de la investigación**

El enfoque de la investigación es Cuantitativo

### **3.2 Variables**

Pulpa de pitahaya fortificada con hierro

#### **3.2.1 Operacionalización de las variables**

### **3.3 Hipótesis General**

Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro

#### **3.3.1 Hipótesis específicas**

- Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.
- Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.
- Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

### **3.4 Tipo de investigación**

El presente estudio se ubica en la investigación aplicada porque se propone elaborar una pulpa de pitahaya fortificada con el mineral hierro, con la finalidad de obtener un producto

alimentico fortificado y que sirva como base para elaborar otros alimentos a base de la mencionada pulpa.

### 3.5 Diseño de investigación

El presente estudio está enfocado en un diseño experimental ya que se manipuló una variable experimental en referencia de las propiedades organolépticas de la pulpa de pitahaya fortificada con hierro (color, sabor, aroma y textura) con dos tratamientos y comparando con un grupo control (pulpa de pitahaya sin hierro).

Por lo tanto, se trata de un experimento porque después de un cierto tiempo el objetivo fue observar los tratamientos en un tiempo determinado y en una situación controlada.

#### 3.5 1 Criterios en la investigación

Tabla N°11. Criterios en la investigación de la elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro y usos en la industria alimentaria.

Elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro y usos en la industria alimentaria	Enfoque de la investigación	Cuantitativo
	Nivel de investigación	Explicativa
	Fuentes	Primarias, secundarias, mixtas.
	Naturaleza de la investigación	Experimental
	Marco	Laboratorio
	Diseño	Experimental
	Muestreo	No probabilístico por conveniencia
	Panelistas	Jueces para determinar el análisis sensorial

Fuente: Elaboración propia.

## **3.6 Población y Muestra**

### **3.6.1 Población**

En el presente trabajo de investigación, toda la población fue de 54 kilos de fruta de pitahaya en bruto y se obtuvo 35.99 Kg de pulpa, para lo cual se obtuvo 70 bolsas de polipropileno con cierre hermético de pulpa de pitahaya de aproximadamente 500 gramos a 550 gramos. Así mismo se dividió en tres tratamientos. Para después ser sometido a análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales.

### **3.6.2 Muestra**

70 bolsas de pulpa de pitahaya polipropileno con cierre hermético.

### **3.6.3 Unidad experimental**

La unidad experimental estuvo conformada por 500 a 550 gramos de pulpa de pitahaya amarilla.

### **3.6.4 Características del experimento:**

Número de Tratamientos: 3

Número de unidades experimentales: 70 bolsas

## **3.7 Técnicas e instrumento de recolección de datos**

### **3.7.1 Análisis fisicoquímico**

- **Determinación de PH.**

Para la determinación del PH se utilizó un potenciómetro Marca JENWAY -3510 marca HANNA HI 2211, se estabilizo con solución buffer. (AOAC, 2000).

- **Determinación de Grados Brix**

Para la determinación de los grados brix totales (°Brix), se midió con un refractómetro manual de Marca EXTECH Rango de medición (0-30, brix.). Las mediciones se hicieron de la pulpa de pitahaya.

#### - **Determinación de la acidez**

Para la determinación el ácido cítrico de la pulpa de pitahaya, se realizó una titulación de NaOH (Hidróxido de Sodio) a 0.1 N, se utilizó reactivo fenolftaleína como indicador.

$$\text{Acidez(g/L)} = \frac{\text{GB} \times N \times \text{Peq.}}{A}$$

A

Donde:

GB: Gasto de bureta, se mide en ml.

N (NaOH): 0,1

Peq.: Peso equivalente del ácido cítrico: 64

A: alícuota en ml de la muestra titulada.

#### - **Determinación de la densidad**

Para determinar la densidad del zumo de pitahaya se aplicó el método del picnómetro. Primero se pesa el picnómetro vacío (tarar), luego se llena el picnómetro con agua destilada, se pesa el picnómetro con el agua destilada y por ultimo pesamos el picnómetro más el zumo de la fruta. A continuación, se aplica la siguiente fórmula:

$$\rho \text{ zumo de la fruta} = \frac{(\text{Masa picnómetro} + \text{zumo}) - (\text{Masa picnómetro})}{\text{Volumen del picnómetro}}$$

Donde:

$\rho$  zumo de la fruta: g/ml.

Masa picnómetro en ml.

Zumo de la fruta en ml.

Volumen en ml.

### **3.7.2 Análisis microbiológico**

Para los análisis microbiológicos se contrató los servicios de La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM. Para la determinación de los siguientes análisis:

- Determinación de aerobios mesófilos.
- Determinación de coliformes.
- Determinación de mohos
- Determinación de levaduras.

La importancia de dichos análisis es para determinar la presencia o ausencia, de microorganismos y sus toxinas, y así mismo establecer si es inocuo el producto y si requiere mayores cuidados en la preparación. La presencia de microorganismos perjudica en la calidad del producto y perjudicando la salud del consumidor.

Para la interpretación de los análisis fisicoquímicos, se tomó como referencia la NTP: 203 110 2009, el cual establece criterios microbiológicos para jugos, néctares de frutas.

### **3.7.3 Análisis sensorial - estadístico**

#### **3.7.3.1 Análisis sensorial**

La recolección de datos en el análisis sensorial fue con la participación de 25 panelistas (catadores no entrenados). Así mismo ellos fueron los jueces que evaluaron las características organolépticas de la pulpa de pitahaya (color, aroma, sabor y apariencia en general).

A cada panelista recibió una ficha de degustación diseñado para evaluar las muestras. La evaluación se realizó por cada característica del producto final. Para dicha evaluación los jueces anotaron su preferencia para cada tratamiento (T1, T2 y T3). A continuación, se presenta las fichas para el análisis sensorial.

**Ficha N° 1. Trabajo de investigación: Elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro y usos en la industria alimentaria.**

**UNIVERSIDAD PERUANA DE LAS AMÉRICAS**



**FICHA N° 1 PARA EL ANALISIS SENSORIAL**

**Muestra:** Pulpa de pitahaya

**Código:** T1

**Sexo:**..... **Edad:**..... **Fecha:** .....

Valoración:

Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
5	4	3	2	1

Pruebe la muestra que se presenta y marque con una (X) en el casillero, las características organolépticas.

Características organolépticas	Puntaje				
	Excelente 5	Bueno 4	Regular 3	Deficiente 2	Muy deficiente 1
Color					
Aroma					
Sabor					
Apariencia					

Gracias por su colaboración.

**Ficha N° 2. Trabajo de investigación: Elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro y usos en la industria alimentaria.**



**FICHA N° 2 PARA EL ANALISIS SENSORIAL**

**Muestra:** Pulpa de pitahaya

**Código:** T2

**Sexo:**..... **Edad:**..... **Fecha:** .....

Valoración:

Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
5	4	3	2	1

Pruebe la muestra que se presenta y marque con una (X) en el casillero, las características organolépticas.

Características organolépticas	Puntaje				
	Excelente 5	Bueno 4	Regular 3	Deficiente 2	Muy deficiente 1
Color					
Aroma					
Sabor					
Apariencia					

Gracias por su colaboración.

**Ficha N° 3. Trabajo de investigación: Elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro y usos en la industria alimentaria.**



**FICHA N° 3 PARA EL ANALISIS SENSORIAL**

**Muestra:** Pulpa de pitahaya

**Código:** T3

**Sexo:**..... **Edad:**..... **Fecha:** .....

Valoración:

Excelente	Bueno	Regular	Deficiente	Muy deficiente
5	4	3	2	1

Pruebe la muestra que se presenta y marque con una (X) en el casillero, las características organolépticas.

Características organolépticas	Puntaje				
	Excelente 5	Bueno 4	Regular 3	Deficiente 2	Muy deficiente 1
Color					
Aroma					
Sabor					
Apariencia					

Gracias por su colaboración

### **3.7.3.2 Análisis estadístico**

Los análisis estadísticos que se utilizó fue la prueba estadística de U Mann Whitney, porque el presente trabajo de investigación experimental cuenta con muestras independientes (T1; tratamiento control: pulpa de pitahaya sin hierro, T2; tratamiento 2: pulpa de pitahaya con hierro de 15 mg. y T3; tratamiento 3: pulpa de pitahaya con hierro de 20 mg.) Por lo tanto, se hicieron comparaciones entre ambos tratamientos, pero con características similares. Según Caycho, Castillo y Merino (2019) mencionan que:

La Prueba U de Mann Whitney es una prueba para dos muestras aleatorias independientes, el objetivo es probar si las muestras proceden de una misma población o de poblaciones diferentes con características similares. Esta prueba es una excelente alternativa a la prueba t para la comparación de dos medias poblacionales, cuando no se cumplen los supuestos en los que se basa la prueba t, como la normalidad, o cuando no es apropiado utilizar la prueba t porque la medida de los datos es en escala ordinal. p (90).

## **3.8 Materiales y Métodos**

### **3.8.1 Lugar de elaboración del trabajo experimental**

La presente investigación fue desarrollada en el laboratorio de gastronomía y de química de la Universidad Peruana de las Américas ubicado en la avenida Guzmán Blanco N 484 - Lima. Donde se desarrolló la producción de pulpa de pitahaya, los análisis fisicoquímicos y los análisis sensoriales. Para los análisis microbiológicos se contrató los servicios de La Molina Calidad Total Laboratorios-UNALM.

### **3.8.2 Materiales**

#### **A. Materia prima**

Se utilizó como materia prima la pitahaya amarilla (*Selenicereus spp*) procedente de las zonas de Piura, con una coloración amarillo pintón.

#### **B. Insumos**

- Sorbato de potasio
- Benzoato de sodio
- Sulfato ferroso

#### **C. Maquinarias e instrumentos**

- Cocina a gas industrial
- Cuchillos de mango plástico
- Tablas de picar
- Ollas de acero inoxidable
- Coladores de acero inoxidable
- Cucharones de acero inoxidable
- Cucharetas de acero inoxidable
- Jarras refractarias con medida
- Tazones de acero inoxidable
- Embudos de acero inoxidable
- Tinajas de plástico para la desinfección
- Mesas de acero inoxidable

#### **D. Equipos**

- Refractómetro, marca: KRUSS modelo HR 901

- Ph-metro, marca: JENWAY modelo JW 3510
- Balanza digital con báscula de precisión, marca: GRAM modelo SBZ con una capacidad de 1,5Kg/0,1g.
- Termómetro digital de -50 a 300 °C, marca: CONTROL COMPANY modelo 4371
- Materiales de vidrio (Vasos precipitados, vasos de Erlenmeyer, buretas, pipetas, embudos)

#### **E. Reactivos utilizados en el laboratorio de química**

- Hidróxido de sodio a 0.1 N
- Fenolftaleína al 1%
- Agua destilada

#### **F. Método de análisis Físicoquímicos de la materia prima**

- Determinación de la densidad (método picnómetro).
- Determinación de los grados Brix (método refractómetro).
- Determinación de la acidez (método titulación).
- Determinación del PH (método de potenciómetro).

### **3.8.3 Etapas de la producción experimental**

**Compras:** La materia prima (fruta pitahaya amarilla) se compró en el mercado mayorista de frutas N°2 del distrito de la Victoria-Lima.

Figura N°1. Compras de la pulpa de pitahaya en el mercado mayorista de frutas N°2 del distrito de la Victoria-Lima.



Fuente: Elaboración propia.

**Recepción de materia prima:** Para el presente trabajo de investigación se recibió 54 kg. de fruta pitahaya amarilla, seleccionando una fruta con apariencia de madurez óptima.

**Selección:** En este procedimiento se separa las frutas que presenten abolladuras, daños físicos y sobre maduras, con la finalidad de obtener la pulpa de mejor calidad.

Figura N°2. Selección de la fruta pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

**Lavado y cepillado:** Se utilizó cepillo y agua potable (2000 ppm de cloro) con la finalidad de eliminar impurezas y realizar la desinfección. En 10 litros de agua se le adicionó 5 ml. de hipoclorito.

Figura N°3. Lavado y cepillado de la fruta pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

**Clasificación:** Después del lavado y cepillado se procedió a clasificar la fruta de pitahaya en 3 tratamientos, separados de la siguiente manera:

Tratamiento 1: Grupo Control (pulpa de pitahaya sin sulfato ferroso)

Tratamiento 2: Grupo Experimental 1 (pulpa de pitahaya con sulfato ferroso)

Tratamiento 3: Grupo Experimental 2 (pulpa de pitahaya con sulfato ferroso)

Figura N°4. Pesaje de la pulpa de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

**Cortado:** Se efectuó en forma manual con cuchillos de acero inoxidable previamente desinfectados. Los cortes se hicieron en forma perpendicular, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de pulpa.

Figura N°5. Cortado de la cascara de la pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

**Separación de la pulpa:** Se realizó una separación de las cascaras de la fruta pitahaya con cubiertos previamente desinfectados, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla N° 12. Rendimiento de la pulpa de pitahaya.

	<b>Total</b>	<b>Pulpa</b>	<b>Cascara</b>
Fruta Pitahaya amarilla	54 kg. de fruta pitahaya amarilla	35.99 Kg. de pulpa de pitahaya amarilla	18.01 Kg. de cascara de pitahaya amarilla
Rendimiento	100%	66.65%	33.35%

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°6. Separación de la pulpa de pitahaya



Fuente: Elaboración propia.

**Pesado:** Se pesó la pulpa y se dividió en tres cantidades con la finalidad de trabajar con tres tratamientos de pulpa y posteriormente hacer comparaciones en sus características organolépticas.

Tabla N° 13. Separación de las pulpas de pitahaya.

<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
Grupo Control	Grupo Experimental 1	Grupo Experimental 2
12 Kg.	12 Kg.	12 Kg.

Fuente: Elaboración propia.

- En esta etapa se decidió dividir en tres cantidades en partes iguales, sin retirar las semillas de la pulpa de pitahaya (No tamizar) con la finalidad de mantener las propiedades nutricionales de las semillas.

**Trozado:** Esta etapa solo se efectuó el trozado para el tratamiento 1 (grupo control) sin sulfato ferroso para envasarlo y congelarlo en su estado natural y posteriormente realizar los análisis sensoriales.

Figura N°7. Trozado de la pulpa de pitahaya



Fuente: Elaboración propia.

**Fortificado y adición de conservantes:** En esta etapa se procedió agregar el sulfato ferroso y conservantes en 100 ml de pulpa de pitahaya para el tratamiento 1 y para el tratamiento 2 respectivamente, con el objetivo de enriquecer, fortificarlo y evaluar las propiedades organolépticas (color, sabor, aroma y textura) por un grupo de panelistas. A continuación, los siguientes cuadros indican la cantidad adicionada de sulfato ferroso.

Figura N°8. Fortificación de las pulpas de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 14. Fortificado y adición de conservantes.

<b>Fortificado y adición de conservantes</b>	<b>Tratamiento 1 (Grupo control)</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
	<b>12 kg de pulpa de pitahaya</b>	<b>12 Kg de pulpa de pitahaya</b>	<b>12 Kg de pulpa de pitahaya</b>
Hierro elemental(mg)	Sin hierro elemental	Con 15 mg de hierro en 100 ml de pulpa	Con 20 mg. de hierro en 100 ml de pulpa
Total de Hierro elemental(mg)	Sin hierro elemental	100 ml .....15 mg 12000 ml.....X X= 1800 mg de hierro elemental	100 ml .....20 mg 12000 ml.....X X= 2400 mg de hierro elemental
Según (OMS. eLENA, 2019) 60 mg de hierro elemental es 300 mg de sulfato ferroso	Sin hierro elemental	Por lo tanto: El T2 contiene: 1800 mg de hierro elemental o en su equivalencia 9000 mg de sulfato ferroso (30 tabletas).	Por lo tanto: El T3 contiene: 2400 mg de hierro elemental o en su equivalencia 12000 mg de sulfato ferroso (40 tabletas).
Benzoato de sodio	Sin benzoato de sodio	2%	2%
Sorbato de potasio	Sin sorbato de potasio	2%	2%

Fuente: Elaboración propia.

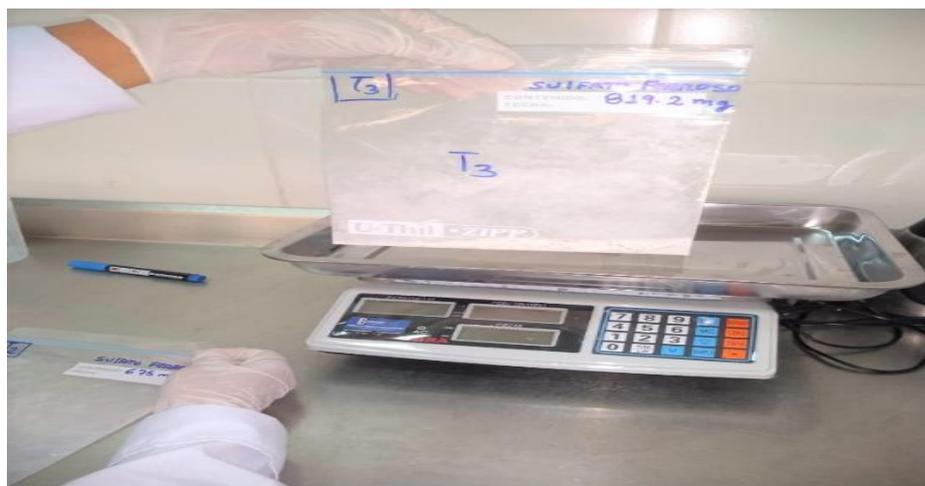
Según (OMS. eLENA, 2019) El equivalente de 60 mg de hierro elemental es 300 mg de sulfato ferroso heptahidratado.

Figura N°9. Adición de conservantes a las pulpas de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°10. Adición de conservantes a las pulpas de pitahaya y separación de tratamientos.



Fuente: Elaboración propia.

**Pasteurización:** Se sometió a una pasteurización de 85 °C por 30 segundos al tratamiento 1 y el tratamiento 2 respectivamente.

Figura N°11. Pasteurización de las pulpas de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

**Envasado:** Se empacó cada tratamiento en bolsas de polietileno con cierre hermético tipo Ziploc, de la siguiente manera:

Tabla N ° 15. Empaque de las pulpas de pitahaya.

<b>Tratamiento 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
Grupo Control	Grupo Experimental 1	Grupo Experimental 2
Se empacó la pulpa de pitahaya en su estado natural( elaborando cortes en forma de cubitos) en bolsas de polietileno con cierre hermético	Se empacó la pulpa de pitahaya pasteurizada en bolsas de polietileno con cierre hermético. Peso del empaque: 500 gramos.	Se empacó la pulpa pasteurizada en bolsas de polietileno con cierre hermético. Peso del empaque : 500 gramos

Fuente: Elaboración propia.

Figura N°12. Empaque de las pulpas de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°13. Empaque de las pulpas de pitahaya separadas por tratamientos(T1,T2 y T3)



Fuente: Elaboración propia.

**Almacenamiento:** Los tres tratamientos de pulpas de pitahaya envasadas herméticamente, se almacenaron en un congelador horizontal a una temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$  por seis meses, para posteriormente realizar los análisis sensoriales.

## CAPITULO IV: Resultados

### 4.1 Análisis de resultados

#### 4.1.1 Resultados de análisis fisicoquímicos

##### - Determinación de Grados Brix

Para la determinación de los grados brix totales (°Brix), se midió con un refractómetro manual de Marca EXTECH Rango de medición (0-30, brix.). Las mediciones se hicieron de la pulpa de pitahaya.

Tabla N° 16. Determinación de Grados Brix de los tres tratamientos de la pulpa de pitahaya amarilla.

Contenido de solidos totales	Pitahaya amarilla		
	T1	T2	T3
Jugo de la pulpa (°Brix)	16-18	16-17	16-17

Fuente elaboración propia.

##### - Determinación de PH.

Para la determinación del PH se utilizó un potenciómetro Marca JENWAY -3510 marca HANNA HI 2211, se estabilizo con solución buffer. (AOAC, 2000).

Tabla N° 17. Determinación de PH de los tres tratamientos de la pulpa de pitahaya amarilla.

Determinación de PH	Pitahaya amarilla		
	T1	T2	T3
(PH)	5	5	5

Fuente elaboración propia.

### - **Determinación de la acidez**

Para la determinación el ácido cítrico de la pulpa de pitahaya, se realizó una titulación de NaOH (Hidróxido de Sodio) a 0.1 N, se utilizó reactivo fenolftaleína como indicador.

$$\text{Acidez(g/L)} = \text{GB} \times \text{N} \times \text{Peq.}$$

A

Donde:

GB: Gasto de bureta, se mide en ml.

N (NaOH): 0,1

Peq.: Peso equivalente del ácido cítrico: 64

A: alícuota en ml de la muestra titulada.

Tabla N° 18. Determinación de la acidez de los tres tratamientos de la pulpa de pitahaya amarilla.

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
A: alícuota en ml de la muestra titulada	10 ml	10 ml	10 ml
GB: Gasto de bureta, se mide en ml.	7.9 ml	7.0 ml	6.8 ml
N (NaOH)	0.1	0.1	0.1
Peq.: Peso equivalente del ácido cítrico	64	64	64
Ácido cítrico en gramos por litro de la muestra(g/L)	4.992 (g/L)	4.48 (g/L)	4.35 (g/L)

Fuente elaboración propia.

#### **4.1.2 Resultados de análisis microbiológicos (Ver anexos)**

- **Producto: Pulpa de pitahaya amarilla fortificada sin hierro (T1).**
- Cantidad del producto entregado: 427.1 g.

- Forma de presentación: Envasado herméticamente en bolsa con cierre a temperatura ambiente.
- Ensayo solicitado: Microbiológico y Físico/químico.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo microbiológico fue: El ICMSF.

Tabla N° 19. Determinación de análisis microbiológicos del tratamiento 1 (T1) de la pulpa de pitahaya amarilla.

ENSAYOS	RESULTADO
1. N de Aerobios mesófilos(UFC/g)	33x10 <sup>2</sup>
2. N. de Coliformes(NMP/g)	< 3
3. N. de Coliformes fecales (NMP/g)	<3
4. N. de Mohos (UFC/g)	50 estimado
5. N. de levaduras (UFC/g)	<10 estimado

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo físico/químico fue: AOAC 975.03 Cap. 3 pa. 5-6, 20 th Edition 2016.

ENSAYOS	RESULTADO
1. Hierro(mg/Kg de muestra original)	8.2

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

- **Producto: Pulpa de pitahaya amarilla fortificada con hierro (T2).**
- Cantidad del producto entregado: 533.4 g.
- Forma de presentación: Envasado herméticamente en bolsa con cierre a temperatura ambiente.
- Ensayo solicitado: Microbiológico y Físico/químico.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo microbiológico fue: El ICMSF.

Tabla N° 20. Determinación de análisis microbiológicos del tratamiento 2 (T2) de la pulpa de pitahaya amarilla.

ENSAYOS	RESULTADO
6. N de Aerobios mesófilos(UFC/g)	<10 Estimado
7. N. de Coliformes(NMP/g)	< 3
8. N. de Coliformes fecales (NMP/g)	<3
9. N. de Mohos (UFC/g)	<10 estimado
10. N. de levaduras (UFC/g)	<10 estimado

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo físico/químico fue: AOAC 975.03 Cap. 3 pa. 5-6, 20 th Edition 2016.

ENSAYOS	RESULTADO
2. Hierro(mg/Kg de muestra original)	114.6

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

- **Producto: Pulpa de pitahaya amarilla fortificada con hierro (T3).**
- Cantidad del producto entregado: 553.2 g.
- Forma de presentación: Envasado herméticamente en bolsa con cierre a temperatura ambiente.
- Ensayo solicitado: Microbiológico y Físico/químico.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo microbiológico fue: El ICMSF.

Tabla N° 21. Determinación de análisis microbiológicos del tratamiento 3 (T3) de la pulpa de pitahaya amarilla.

ENSAYOS	RESULTADO
11. N. de Aerobios mesófilos(UFC/g)	<10
12. N. de Coliformes(NMP/g)	< 3
13. N. de Coliformes fecales (NMP/g)	<3
14. N. de Mohos (UFC/g)	<10 estimado
15. N. de levaduras (UFC/g)	<10 estimado

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

El método utilizado por el laboratorio La molina Calidad total laboratorios-UNALM. Para el ensayo físico/químico fue: AOAC 975.03 Cap. 3 pa. 5-6, 20 th Edition 2016.

ENSAYOS	RESULTADO
3. Hierro(mg/Kg de muestra original)	152.9

Fuente: La molina Calidad total laboratorios-UNALM.

#### 4.1.3 Resultados de análisis sensorial – estadístico.

##### Comprobación de hipótesis general

H<sub>1</sub>: Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro.

H<sub>0</sub>: No existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro.

A continuación, se muestra la prueba estadística de U Mann Whitney y se observa los siguientes resultados estadísticos.

Tabla N° 22. Rangos del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.), en sus cuatro propiedades organolépticas. Con el programa estadístico SPSS 25.

<b>Rangos</b>				
	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
COLOR	Control	25	29,78	744,50
	Tratamiento 15 mg.	25	21,22	530,50
	Total	50		
AROMA	Control	25	31,74	793,50
	Tratamiento 15 mg.	25	19,26	481,50
	Total	50		
SABOR	Control	25	32,82	820,50
	Tratamiento 15 mg.	25	18,18	454,50
	Total	50		
APARIENCIA	Control	25	30,50	762,50
	Tratamiento 15 mg.	25	20,50	512,50
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 23. Resultado de la prueba estadística U de Mann-Whitney del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.), en sus cuatro propiedades organolépticas. Con el programa estadístico SPSS 25.

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>				
	COLOR	AROMA	SABOR	APARIENCIA
U de Mann-Whitney	205,500	156,500	129,500	187,500
W de Wilcoxon	530,500	481,500	454,500	512,500
Z	-2,406	-3,337	-3,925	-3,156
Sig. asintótica (bilateral)	,016	,001	,000	,002

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 24. Rangos del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.), en sus cuatro propiedades organolépticas. Con el programa estadístico SPSS 25.

<b>Rangos</b>				
	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
COLOR	Control	25	29,54	738,50
	Tratamiento 20 mg.	25	21,46	536,50
	Total	50		
AROMA	Control	25	33,42	835,50
	Tratamiento 20 mg.	25	17,58	439,50
	Total	50		
SABOR	Control	25	37,98	949,50
	Tratamiento 20 mg.	25	13,02	325,50
	Total	50		
APARIENCIA	Control	25	35,94	898,50
	Tratamiento 20 mg.	25	15,06	376,50
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 25. Resultado de la prueba estadística U de Mann-Whitney del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.), en sus cuatro propiedades organolépticas. Con el programa estadístico SPSS 25.

<b>Estadísticos de prueba<sup>a</sup></b>				
	COLOR	AROMA	SABOR	APARIENCIA
U de Mann-Whitney	211,500	114,500	,500	51,500
W de Wilcoxon	536,500	439,500	325,500	376,500
Z	-2,222	-4,185	-6,246	-5,470
Sig. asintótica (bilateral)	,026	,000	,000	,000

Fuente: Elaboración propia.

En conclusión:

Después de analizar ambas tablas se observa el  $P$  valor de las concentración de hierro a 15 mg. y a 20 mg. del color, aroma, sabor, apariencia es  $< 0,05$ , lo que hace rechazar la  $H_0$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_1$ , la cual afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro.

**Se aplicó la prueba de U Mann Whitney para la comparación de muestras independientes entre los tres tratamientos.**

**Comparación del tratamiento de 15 mg con el tratamiento control:**

$H_1$ : Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg

$H_0$ : No existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg

Tabla N° 26. Rangos del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.). Con el programa estadístico SPSS 25.

Rangos				
	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
SUMA	Control	25	34,58	864,50
	Tratamiento 15 mg.	25	16,42	410,50
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 27. Resultado de la prueba estadística U de Mann- Whitney del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.). Con el programa estadístico SPSS 25.

	SUMA
U de Mann-Whitney	85,500
W de Wilcoxon	410,500
Z	-4,461
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia.

El  $P$  valor es  $< 0,05$ , lo que hace rechazar la  $H_0$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_1$  la cual afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.

### **Comparación del tratamiento de 20 mg de sulfato ferroso y el Tratamiento control.**

$H_2$ : Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

$H_0$ : No existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

Tabla N° 28. Rangos del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.). Con el programa estadístico SPSS 25.

	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
SUMA	Control	25	37,68	942,00
	Tratamiento 20 mg.	25	13,32	333,00
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 29. Resultado de la prueba estadística U de Mann- Whitney del grupo control (pitahaya sin hierro) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.).

Con el programa estadístico SPSS 25.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	SUMA
U de Mann-Whitney	8,000
W de Wilcoxon	333,000
Z	-5,950
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia.

El  $P$  valor es  $< 0,05$ , lo que hace rechazar la  $H_0$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_1$  la cual afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

### **Comparación entre el tratamiento de 15 mg y el tratamiento de 20 mg**

$H_3$ : Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya a con hierro a concentración de 15 mg y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

$H_0$ : No Existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya a con hierro a concentración de 15 mg y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

Tabla N° 30. Rangos del tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.). Con el programa estadístico SPSS 25.

Rangos				
	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
SUMA	Tratamiento 15 mg.	25	35,88	897,00
	Tratamiento 20 mg.	25	15,12	378,00
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 31. Resultado de la prueba estadística U de Mann- Whitney del tratamiento 2 (pitahaya con hierro a concentración de 15 mg) y el tratamiento 3 (pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.). Con el programa estadístico SPSS 25

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	SUMA
U de Mann-Whitney	53,000
W de Wilcoxon	378,000
Z	-5,086
Sig. asintótica (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia.

El  $P$  valor es  $< 0,05$ , lo que hace rechazar la  $H_0$ ; por lo tanto, se acepta la  $H_3$  la cual afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

**Se aplicó la prueba de U Mann Whitney para la comparación de propiedades organolépticas (color, aroma, sabor y apariencia) entre muestras independientes.**

De los tratamientos de la pulpa de pitahaya a concentración de 15 mg. hierro versus la pulpa de pitahaya a concentración de 20 mg. hierro.

Tabla N° 32. Comparación de propiedades organolépticas (color, aroma, sabor y apariencia) entre muestras independientes de los tratamientos de la pulpa de pitahaya a concentración de 15 mg. hierro versus la pulpa de pitahaya a concentración de 20 mg. hierro. Con el programa estadístico SPSS 25.

<b>Rangos</b>				
	TRATAMIENTO	N	Rango promedio	Suma de rangos
COLOR	Tratamiento 15 mg.	25	25,46	636,50
	Tratamiento 20 mg.	25	25,54	638,50
	Total	50		
AROMA	Tratamiento 15 mg.	25	27,54	688,50
	Tratamiento 20 mg.	25	23,46	586,50
	Total	50		
SABOR	Tratamiento 15 mg.	25	37,80	945,00
	Tratamiento 20 mg.	25	13,20	330,00
	Total	50		
APARIENCIA	Tratamiento 15 mg.	25	32,54	813,50
	Tratamiento 20 mg.	25	18,46	461,50
	Total	50		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 33. Resultado de la prueba estadística U de Mann- Whitney. Comparación de propiedades organolépticas (color, aroma, sabor y apariencia) entre muestras independientes de los tratamientos de la pulpa de pitahaya a concentración de 15 mg. hierro versus la pulpa de pitahaya a concentración de 20 mg. hierro. Con el programa estadístico SPSS 25.

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>				
	COLOR	AROMA	SABOR	APARIENCIA
U de Mann-Whitney	311,500	261,500	5,000	136,500
W de Wilcoxon	636,500	586,500	330,000	461,500
Z	-,023	-1,131	-6,170	-3,637
Sig. asintótica (bilateral)	,982	,258	,000	,000

Fuente: Elaboración propia.

En Conclusión:

Después de analizar la tabla de estadístico de prueba, se observó las diferencias significativas de las propiedades organolépticas de ambos tratamientos, a continuación:

- El  $P(0,982) > 0,05$  entre la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y a la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al color , se evidenció que no hay diferencia significativa.
- El  $P(0,258) > 0,05$  entre las concentración de hierro a 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al aroma, se evidenció que no hay diferencia significativa.
- El  $P(0,000) < 0,05$  entre las concentración de hierro a 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al sabor , se evidenció que si hay diferencia significativa.
- El  $P(0,000) < 0,05$  entre las concentración de hierro a 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto a la apariencia, se evidenció que si hay diferencia significativa.

## 4.2. Discusiones

- En la tabla N°16 se presenta los grados brix totales del tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3 de la pulpa de pitahaya, encontrándose entre 16 a 18 (°Brix). Los cuales fueron los esperados en comparación con la Norma Técnica de Ecuador. INEN 2003:2005. Andrade, M. (2015) en su trabajo de investigación los grados brix totales también fueron 16,5 para lo cual fue lo óptimo para elaborar Láminas Deshidratadas de Pulpa de Pitahaya.
- En la tabla N° 17 se presenta la determinación del PH del tratamiento 1, tratamiento 2 y tratamiento 3 de la pulpa de pitahaya, mostrándose un PH de 5. Los cuales fueron los esperados en comparación con la Norma Técnica de Ecuador. INEN 2003:2005.
- En la Tabla N° 18 se presenta la determinación de la acidez de los tres tratamientos de la pulpa de pitahaya amarilla en base al ácido cítrico en gramos por litro de la muestra (g/L), siendo T1: 4.992 (g/L); T2: 4.48 (g/L); T3: 4.35 (g/L). Los cuales fueron muy cercanos a 5.0 a 6.0 (g/L) según la Norma Técnica de Ecuador. INEN 2003:2005. Así mismo Jiménez, et al (2017), presentó en su trabajo de investigación Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.) bajo dos condiciones de almacenamiento, con análisis fisicoquímicos similares al presente trabajo de investigación.
- En la tabla N° 19, 20 y 21 se presenta los análisis microbiológicos de los tratamientos T1, T2 y T 3 respectivamente de la pulpa de pitahaya amarilla, observándose lo siguiente: El grupo control T1 evidenció Aerobios mesófilos UFC/g  $33 \times 10^2$  ; Coliformes NMP/g <3 ; Coliformes fecales NMP/g <3; Mohos NMP/g 50 estimado y levaduras NMP/g <10 estimado. El tratamiento T2 evidenció Aerobios mesófilos UFC/g <10 ; Coliformes NMP/g <3 ; Coliformes

fecales NMP/g <3; Mohos NMP/g 10 estimado y levaduras NMP/g <10 estimado. El tratamiento T3 evidenció Aerobios mesófilos UFC/g <10 ; Coliformes NMP/g <3 ; Coliformes fecales NMP/g <3; Mohos NMP/g 10 estimado y levaduras NMP/g <10 estimado. En comparación con la Norma técnica peruana NTP 203.110. 2009 el tratamiento T2 y el tratamiento T3 cumplió con los requisitos microbiológicos establecidos. En cuanto al grupo control (T1), se observó que hubo algunos excedentes en los resultados como los aerobios mesófilos y los mohos en comparación con la Norma técnica peruana NTP 203.110. 2009, debido que el grupo control (T1) fue un tratamiento testigo y no se le adicionó ningún aditivo como conservantes, preservantes, al igual tampoco se le adicionó el hierro para la fortificación.

- En la tabla N° 22 se presenta las diferencias significativa en las propiedades organolépticas (color, aroma, sabor y apariencia) entre la pulpa de pitahaya sin hierro (Grupo control) versus la pulpa de pitahaya con hierro con concentración de 15 mg. (Tratamiento 1) y la pulpa de pitahaya con hierro con concentración de 20 mg (Tratamiento 2) respectivamente. Debido a que el grupo control fue un tratamiento testigo. Con respecto al tratamiento 2 y el tratamiento 3 se corrobora que existe diferencia significativa en cuanto a las propiedades organolépticas del sabor y apariencia, ya que son los 25 panelistas los que emitieron su veredicto y brindaron mayor puntaje con una escala Likert al tratamiento 2 (T2) pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. en comparación de la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg – tratamiento 3 (T3). Por otra parte Ushiñahua, N. (2015) en su trabajo de investigación de elaboración de mermelada de “psidium guajaval” (Guayaba) fortificada con hierro, la Formula N°03 (pulpa de guayaba 50.00%, pectina 0.8%, sorbato de potasio 0.10%, azúcar rubia

48.95%, hierro (como sulfato ferroso): 0.15% esta formulación fue la que mejor característica sensorial presentó, utilizando 25 panelistas no entrenados, se usó escala hedónica del 1 al 5. Estas características evaluadas fueron color, olor, sabor y apariencia general.

## Conclusiones

- Se tiene evidencia estadística suficiente para comprobar la hipótesis general, con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney, se afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas (color, aroma, sabor y apariencia) entre la pulpa de pitahaya sin hierro (Grupo control) versus la pulpa de pitahaya con hierro con concentración de 15 mg.(Tratamiento 1) y la pulpa de pitahaya con hierro con concentración de 20 mg(Tratamiento 2).
- Se tiene evidencia estadística suficiente para comprobar la hipótesis específica 1, con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney, se afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg.
- Se tiene evidencia estadística suficiente para comprobar la hipótesis específica 2, con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney, se afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya sin hierro y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.
- Se tiene evidencia estadística suficiente para comprobar la hipótesis específica 3, con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney, se afirma que existe diferencia significativa en las propiedades organolépticas entre la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg.

- Se tiene evidencia estadística suficiente con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney para afirmar que la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al color , se evidenció que no hay diferencia significativa. Esto es debido a que la fortificación con hierro elemental (sulfato ferroso) en las pulpas de pitahaya del T2 y T3 no afectó un cambio de color, en comparación con el T1, deduciendo que ambos tratamientos fortificados fue aceptable por los panelistas.
- Se tiene evidencia estadística suficiente con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney para afirmar que la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al aroma , se evidenció que no hay diferencia significativa. Esto es debido a que la fortificación con hierro elemental (sulfato ferroso) a las pulpas de pitahaya del T2 y T3 no afectó un cambio en el aroma, en comparación con el T1, deduciendo que ambos tratamientos fortificados fue aceptable por los panelistas
- Se tiene evidencia estadística suficiente con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney para afirmar que la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto al sabor , se evidenció que si hay diferencia significativa. Esto es debido a que la fortificación con hierro elemental (sulfato ferroso) en las pulpas de pitahaya del T2 y T3 si afectó un cambio en el sabor, en comparación con el T1, deduciendo que ambos tratamientos fortificados no fue aceptable por los panelistas. Considerando que el sulfato ferroso reaccionó con algunas sustancias de la pulpa de pitahaya y el cual evidenció un sabor a metal.

- Se tiene evidencia estadística suficiente con la aplicación de la prueba de U Mann Whitney para afirmar que la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 15 mg. y la pulpa de pitahaya con hierro a concentración de 20 mg. con respecto a la apariencia, se evidenció que si hay diferencia significativa. Esto es debido a que la fortificación con hierro elemental (sulfato ferroso) en las pulpas de pitahaya del T2 y T3 si afectó un cambio en la apariencia, en comparación con el T1, deduciendo que ambos tratamientos fortificados no fue aceptable por los panelistas. Considerando que el sulfato ferroso se precipitó y no se logró una solubilidad con la pulpa de pitahaya y el cual alteró sus propiedades de los tratamientos. Por lo tanto la apariencia no fue lo que se esperaba.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda continuar con investigaciones en la elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro para que sirva como un producto base para la elaboración de distintos productos alimenticios como yogur de pitahaya, helados de pitahaya, galletas de pitahaya, néctares de pitahaya, refrescos de pitahaya todos ellos fortificados con hierro.
- Se recomienda seguir desarrollando estudios científicos en fortificación de alimentos con diversos micronutrientes como las sales ferrosas siendo los más comerciales el fumarato ferroso, gluconato ferroso, succinato ferroso y sulfato ferroso con la finalidad de contribuir a la deficiencia de hierro en poblaciones vulnerables (como mujeres en edad fértil, en gestación, niños, niñas y adultos mayores) en el Perú y el mundo.
- Se recomienda seguir con investigaciones en la fruta pitahaya, ya que esta fruta presenta un alto valor nutricional con la presencia de las betalaínas y propiedades antioxidantes y además es considerada una fruta muy exótica. Por lo tanto diversos estudios en relación a la pitahaya amarilla y roja, se recomienda comercializar e industrializar esta fruta.
- Se propone seguir trabajando con pulpas de pitahaya congeladas fortificadas con micronutrientes y evaluar los análisis microbiológicos, fisicoquímicos y sensoriales para realizar repeticiones y comparaciones en dichos análisis y tener menos margen de error en los tratamientos.

## Referencias

### Artículos Científicos

Álvarez, L. y Báez, A. (2012). *Determinación del tiempo de conservación de la Pulpa de pitahaya oriental (Hylocereus undatus) utilizando tres temperaturas, tres empaques y tres tipos de conservantes*. (Tesis de Pregrado) Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga-Ecuador.

Andia, S. (2017). *Elaboración y control de calidad de un yogurt con propiedades antioxidantes a base de pitahaya (selenicereus megalanthus)*. (Tesis de Pregrado) Universidad Alas Peruanas. Lima-Perú.

Andrade, M. (2015). *La obtención de láminas deshidratadas a partir de pulpa de pitahaya Hylocereus undatus*. (Tesis de Pregrado). Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador.

Cardozo, J. y Ruíz, D. (2019). *Evaluación físico-química y microbiológica del néctar de pitahaya amarilla*. (Tesis de Pregrado). Universidad Señor de Sipan.

Jiménez, L, Gonzales, M.; Yanes, A.; Cruz, S. y Villacis, L.( 2017). Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.) bajo dos condiciones de almacenamiento. *Journal Of The. Selva Andina Biosphere*. 5(2), 160-167. Recuperado de [http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n2/v5n2\\_a11.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/jsab/v5n2/v5n2_a11.pdf)

Serpa A.; Vélez L.; Barajas, J.; Castro C. y Gallego R. (2016). Compuestos de hierro para la fortificación de alimentos: El desarrollo de una estrategia nutricional indispensable para países en vía de desarrollo.-Una revisión. *Acta Agronómica*. 65(4), 340-353. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/acag/v65n4/v65n4a04.pdf>.

Santacruz, C.; Santacruz, C. y Huerta, E. (2009). Agroindustrialización de Pitaya *Bemérita Universidad Autónoma de Puebla- México*. Recuperado de <https://www.scribd.com/document/396873405/Agroindustrializacion-de-Pitaya-Claudia-Santacruz-Vazquez-1>

Orrico, G.(2013). *Respuesta de la pitahaya amarilla(Cereus triangularis L.) a la aplicación complementaria de dos fertilizantes en tres dosis*. (Tesis de pre grado).Universidad Central del Ecuador. Quito - Perú.

Ushiñahua, N. (2015). *Elaboración de mermelada de “psidium guajaval” (Guayaba) fortificada con hierro*. (Tesis de pre grado).Universidad Nacional de Amazonía Peruana. Iquitos- Perú.

Yacelga, K. (2017). *Elaboración de una bebida energizante a partir de Guayusa, Pitahaya, Frambuesa, Jackfruit, mora y uva verde edulcorada con estevia*. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador.

## Referencias bibliográficas

Ashurst, P.R.(2005). *Producción y envasado de zumos y bebidas de frutas sin gas*.

Zaragoza, España: Editorial Acribia.

Blanco de Alvarado, T.(2012). *Alimentación y Nutrición*. Lima,Perú: UPC.

Bosquez, E. y Colina, M.L.(2012). *Procesamiento térmico de frutas y hortalizas*. México:

Trillas.

Codex Alimentarius( 2015). Principios generales para la adición de nutrientes esenciales

a los alimentos 61. Recuperado de

[http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCNFSDU/ccnfsdu34/nf34\\_09s.pdf](http://www.fao.org/tempref/codex/Meetings/CCNFSDU/ccnfsdu34/nf34_09s.pdf)

FAO: Capitulo 32 (2000). Procesamiento y fortificación de alimentos. Recuperado de

<http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s10.htm>

FAO: Capitulo 39 (2000). Prevención de carencias específicas de micronutrientes.

Recuperado de <http://www.fao.org/3/w0073s/w0073s17.htm>

FAO: Necesidades nutricionales. (2000) Módulo 2. recuperado de

<http://www.fao.org/3/am401s/am401s03.pdf>

Esquivel, R.; Martínez C. y Martínez, J.(2014). *Nutrición y Salud*. México: Manual

Moderno.

Peñafiel, C.; García, S. y Morales, E.(2014). Manual de tratamiento térmico de alimentos.  
Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Ñaupas, H.; Valdivia, M.; Palacios, J. y Romero, H.(2014). Metodología de la  
Investigación Científica. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.

Solís, G.(2014). *Elaboración de frutas y hortalizas*. México: SEP Trillas.

Organización Mundial de la Salud (OMS)/ Organización de las Naciones Unidas para la  
Alimentación y la Agricultura(FAO). (2017). Guía para la fortificación de  
alimentos con micronutrientes. Recuperado de  
<https://www.who.int/nutrition/publications/micronutrients/9241594012/es/>

Vanaclocha, A.(2014). *Tecnología de los alimentos de origen vegetal. Volumen 2*.  
Madrid, España: Editorial Síntesis.

## ANEXOS

### Anexo N°1. Análisis Físicoquímicos

Figura N° 14. Titulación. Determinación de la acidez.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 15. Laboratorio de Química de la UPA.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 16. Determinación del Peso de la pitahaya amarilla



Fuente: Elaboración propia.

Figura N°17. Determinación de los grados brix totales de la pitahaya amarilla.



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 18. Licuado de la pulpa de pitahaya.



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Análisis Sensoriales de los jueces

Figura N° 19. Evaluación sensorial de la pulpa de pitahaya del Tratamiento 1 (T1).



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 20. Evaluación sensorial de la pulpa de pitahaya del tratamiento 2 (T2).



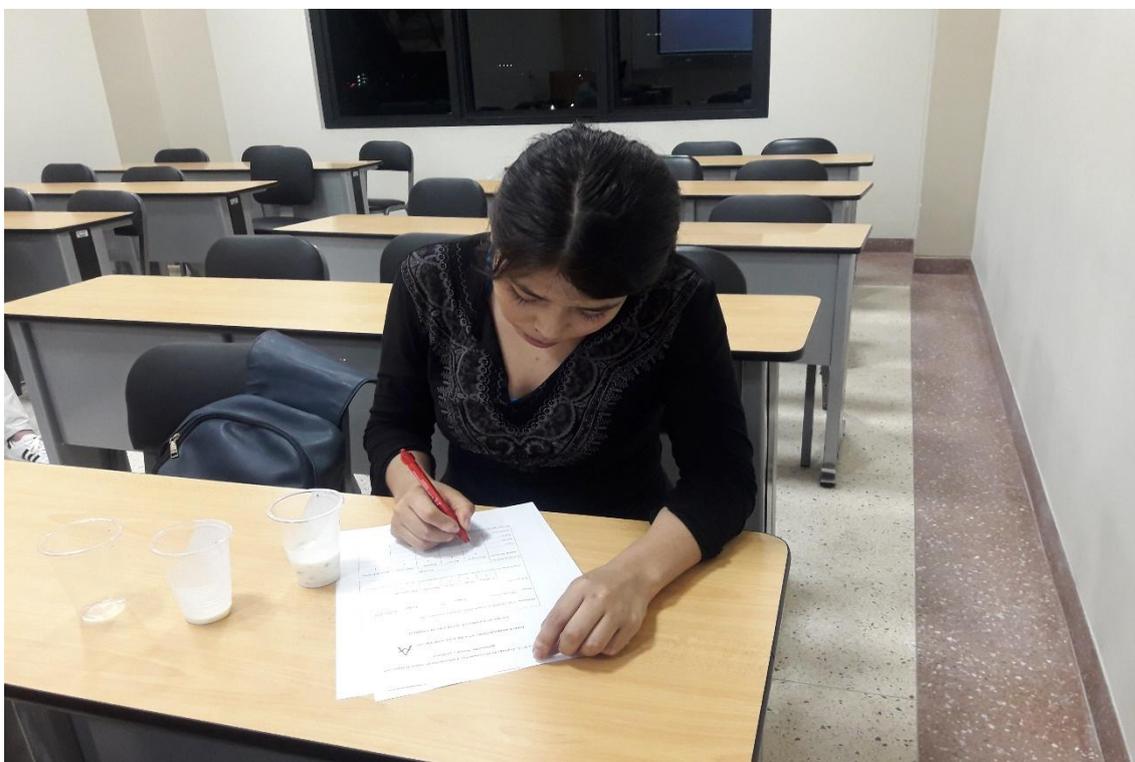
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 21. Evaluación sensorial de la pulpa de pitahaya del tratamiento 2 (T2).



Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 22. Evaluación sensorial de la pulpa de pitahaya del tratamiento 3 (T3)



Fuente: Elaboración propia.

**Anexo 3. Diagrama de flujo para la elaboración de pulpa de pitahaya fortificada con hierro**

